

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



21/11-77

P15 - 10878

H-171

4528 / 2-77

В.С.Надеждин, Н.И.Петров, В.И.Сатаров

НАБЛЮДЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ

ЛЕВО-ПРАВОЙ АСИММЕТРИИ

КВАЗИУПРУГОГО РАССЕЯНИЯ

ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ПРОТОНОВ  $635 \pm 15$  МэВ

ЯДРАМИ  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{16}\text{O}$

ОТ ИМПУЛЬСА ОСТАТОЧНОГО ЯДРА

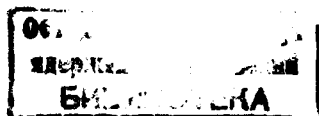
**1977**

P15 - 10878

В.С.Надеждин, Н.И.Петров, В.И.Сатаров

НАБЛЮДЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ  
ЛЕВО-ПРАВОЙ АСИММЕТРИИ  
КВАЗИУПРУГОГО РАССЕЯНИЯ  
ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ПРОТОНОВ  $635 \pm 15$  МэВ  
ЯДРАМИ  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{16}\text{O}$   
ОТ ИМПУЛЬСА ОСТАТОЧНОГО ЯДРА

*Направлено в ЯФ*



Надеждин В.С., Петров Н.И., Сатаров В.И.

P15 - 10878

Наблюдение зависимости лево-правой асимметрии квазиупругого рассеяния поляризованных протонов  $635 \pm 15$  МэВ ядрами  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{16}\text{O}$  от импульса остаточного ядра

Наблюдалась зависимость лево-правой асимметрии квазиупругого рассеяния поляризованных протонов  $635 \pm 15$  МэВ ядрами  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^{12}\text{C}$  и  ${}^{16}\text{O}$  от импульса остаточного ядра. Показано, что эта зависимость обусловлена двумя причинами: зависимостью асимметрии от энергии относительного движения падающего и ядерного нуклонов и влиянием эффективной поляризации нуклонов  $p$ -оболочек ядер  ${}^{12}\text{C}$  и  ${}^{16}\text{O}$ .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Nadejdin V.S. et al.

P15 - 10878

Observation of the Left-Right Asymmetry Dependence of Quasielastic Scattering of Polarized  $635 \pm 15$  MeV Protons by  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{16}\text{O}$  Nuclei on the Residual Nuclear Momentum

The left-right asymmetry dependence of quasielastic scattering of polarized  $635 \pm 15$  MeV protons by  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{16}\text{O}$  nuclei on the residual nuclear momentum has been observed. It is shown that this is due to two reasons: a) the asymmetry dependence on the energy of relative motion of incident and nuclear nucleons; b) the influence of the effective polarization of nucleons of  $p$ -shells of  ${}^{12}\text{C}$  and  ${}^{16}\text{O}$  nuclei.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Результаты измерений лево-правой асимметрии квазиупругого рассеяния поляризованных протонов /КУРПП/  $635 \pm 15$  МэВ легкими ядрами нами частично опубликованы в работах<sup>/1-3/</sup>. В работе<sup>/1/</sup> впервые наблюдалась зависимость лево-правой асимметрии от проекции импульса остаточного ядра  $q_z$  на направление пучка протонов для КУРПП протонами  $p$ -оболочки ядра  ${}^6\text{Li}$  на угол  $\theta_{\text{ЦМ}} = 57^\circ$ . При последующих измерениях<sup>/2/</sup> асимметрии КУРПП протонами  $p$ -оболочки ядра  ${}^{12}\text{C}$  обнаружилось, что указанной зависимости или не существует, или она является более слабой, чем для ядра  ${}^6\text{Li}$ . Чтобы подтвердить сам факт существования асимметрии и установить причину различного поведения ее для ядер  ${}^6\text{Li}$  и  ${}^{12}\text{C}$ , измерения были продолжены и дополнены измерениями для протонов  $s$ -оболочек обоих ядер<sup>/3/</sup>. В результате показано, что в случае КУРПП протонами  $s$ -оболочек ядер  ${}^6\text{Li}$  и  ${}^{12}\text{C}$  зависимость асимметрии от проекции  $q_z$  имеет место. Оказалось, что если измеренную зависимость асимметрии от  $q_z$  представить как зависимость от энергии относительного движения сталкивающихся протонов, то она близка к аналогичной зависимости для упругого рассеяния поляризованных протонов неполяризованными. Расхождение между указанными зависимостями намечается только при энергиях менее  $600$  МэВ. Наблюдавшееся в работе<sup>/2/</sup> различие зависимостей асимметрий от  $q_z$  для КУРПП на протонах  $p$ -оболочек ядер  ${}^6\text{Li}$  и  ${}^{12}\text{C}$  подтвердилось, причем в случае ядра  ${}^6\text{Li}$  в пределах ошибок опыта зависимость асимметрии от проекции  $q_z$  оказалась одинаковой для  $s$ - и  $p$ -оболочек. В соответствии с выводами теоретической работы<sup>/4/</sup> указанное выше различие объяснялось нами влиянием эффективной поляри-

зации протонов  $p$ -оболочки ядра  $^{12}\text{C}$ . Эффективная поляризация нуклонов  $s$ -оболочки равна нулю.

В настоящей работе сообщаются результаты измерений лево-правой асимметрии КУРПП протонами  $p$ - и  $s$ -оболочек ядра  $^{12}\text{C}$  на углы  $\theta_{\text{ЦМ}} = 46^\circ$  и  $75^\circ$ , протонами  $p$ -оболочки ядра  $^6\text{Li}$  на угол  $\theta_{\text{ЦМ}} = 46^\circ$  и протонами  $p_{3/2}$  и  $p_{1/2}$ -подоболочек ядра  $^{16}\text{O}$  на угол  $\theta_{\text{ЦМ}} = 46^\circ$ . Условия опыта подробно описаны в работах /1,3/. Здесь только напомним, что во всех измерениях импульс остаточного ядра либо был равен нулю, либо направлялся по пучку или против пучка поляризованных протонов. Измерения на ядре углерода для двух новых значений угла рассеяния предприняты с целью окончательного подтверждения вывода, сделанного в работе /3/ о том, что различие поведения асимметрий для КУРПП на протонах  $p$ -оболочек ядер  $^6\text{Li}$  и  $^{12}\text{C}$  действительно обусловлено эффективной поляризацией нуклонов  $p$ -оболочки ядра  $^{12}\text{C}$ . Дело в том, что, согласно теории /4/, с ростом угла рассеяния  $\theta_{\text{ЦМ}}$  в интервале до  $90^\circ$  абсолютная величина эффективной поляризации нуклонов  $p$ -оболочки падает до нулевого значения. Для ядра  $^{12}\text{C}$  такая зависимость должна приводить к уменьшению различия между разностями асимметрий

$$\Delta = e(q_z = 80 \text{ МэВ/с}) - e(q_z = -80 \text{ МэВ/с})$$

для КУРПП на протонах  $p$ - и  $s$ -оболочек по мере роста угла рассеяния в указанном выше интервале.

Результаты измерений для ядер  $^6\text{Li}$  и  $^{12}\text{C}$  представлены в табл. 1 и 2.

\* Нами была предпринята попытка измерения асимметрий для углов  $\theta_{\text{ЦМ}} = 40^\circ$  и  $42^\circ$ , но она оказалась неудачной.

Таблица 1  $^6\text{Li}$

$\theta_{\text{ЦМ}}$	$q_z / \text{МэВ/с/}$	$e / \%$	
		$p$ -оболочка	
46°	80	24,8±2,0	
	-80	16,8±2,1	

Таблица 2  $^{12}\text{C}$

$q_z / \text{МэВ/с/}$	$e / \%$			
	$\theta_{\text{ЦМ}} = 46^\circ$		$\theta_{\text{ЦМ}} = 75^\circ$	
	$p$ -обол.	$s$ -обол.	$p$ -обол.	$s$ -обол.
80	19,7±1,0	20,6±1,5	13,9±1,4	11,9±1,5
-80	19,4±1,1	13,4±1,9	6,7±1,3	4,9±1,6

Сравнивая данные табл. 1,2 настоящей работы и табл. 1 из работы /3/, мы видим, что предсказываемая теорией зависимость разности асимметрий  $\Delta$  для рассеяния на протонах  $p$ -оболочки ядра  $^{12}\text{C}$  от угла рассеяния отчетливо проявляется. Для  $\theta_{\text{ЦМ}} = 46^\circ$  разность  $\Delta$  близка к нулю и сильно отличается от разности  $\Delta$  для протонов  $s$ -оболочки; для угла  $\theta_{\text{ЦМ}} = 57^\circ$  различие разностей асимметрии для протонов  $p$ - и  $s$ -оболочек остается, в то время как для  $\theta_{\text{ЦМ}} = 75^\circ$  эти разности в пределах ошибок опыта одинаковы. Следовательно, в случае ядра  $^{12}\text{C}$  эффективная поляризация нуклонов  $p$ -оболочки при  $\theta_{\text{ЦМ}} = 46^\circ$  и  $57^\circ$  действительно имеет место. Для КУРПП на протонах  $p$ -оболочки ядра  $^6\text{Li}$  разность асимметрии  $\Delta$  для угла  $\theta_{\text{ЦМ}} = 46^\circ$  в пределах ошибок опыта не отличается от соответствующей разности для  $\theta_{\text{ЦМ}} = 57^\circ$  /см. табл. 1 из работы /3/. Поэтому для протонов  $p$ -оболочки ядра  $^6\text{Li}$  эффективная поляризация близка к нулю для обоих

значений угла рассеяния. Причины этого подробно об-  
суждаются в работе /3/.

В табл. 3 приведены данные измерений для ядра  $^{16}\text{O}$ .

Таблица 3  $^{16}\text{O}$

$\theta_{\text{ЦМ}}$	$q_z$ /МэВ/с/	е /%/	
		$p_{1/2}$ -подоболочка $E_c=12,4$ МэВ	$p_{3/2}$ -подоболочка $E_c=19,0$ МэВ
46°	100	22,3±1,7	18,3±1,8
	-100	6,3±2,0	15,5±2,3

По характеру зависимости разностей измеренных асимметрий  $\Delta = e(q_z = 100 \text{ МэВ/с}) - e(q_z = -100 \text{ МэВ/с})$  для протонов  $p_{3/2}$ - и  $p_{1/2}$ -подоболочек от значения полного момента количества движения ядерного протона они хорошо согласуются с данными для ядра углерода. В соответствии с тем, что величины эффективной поляризации для ядерных нуклонов, находящихся в  $p_{3/2}$ - и  $p_{1/2}$ -состояниях, противоположны по знаку, разность асимметрий в случае, когда основной вклад в рассеяние дают протоны  $p_{3/2}$ -подоболочки, оказались меньше, чем тогда, когда основной вклад в рассеяние дают протоны  $p_{1/2}$ -подоболочки.

Наши данные для кислорода, в согласии с работами /4,5/, показывают, что абсолютная величина эффективной поляризации для нуклонов  $p_{1/2}$ -подоболочки больше, чем для нуклонов  $p_{3/2}$ -подоболочки. Это обстоятельство, в частности, и позволило наблюдать различие разностей асимметрий  $\Delta$  для рассеяния на нуклонах  $p_{1/2}$  и  $p_{3/2}$ -подоболочек в условиях, когда разделение вкладов от рассеяния на нуклонах указанных подоболочек хуже, чем в случае  $p$ - и  $s$ -оболочек ядра  $^{12}\text{C}$ .

Вероятность того, что различие между разностями  $\Delta$  для рассеяния на нуклонах  $p$ - и  $s$ -оболочек ядра  $^{12}\text{C}$  и нуклонах  $p_{3/2}$ - и  $p_{1/2}$ -подоболочек ядра  $^{16}\text{O}$ ,

обусловлено чисто случайными отклонениями, меньше  $10^{-4}$ .

Данные табл. 3 находятся в качественном согласии с недавно опубликованными результатами /6/ измерений сечений квазиупругого рассеяния поляризованных протонов с энергией 200 МэВ нуклонами  $p$ -оболочки ядра  $^{16}\text{O}$ .

Таким образом, из анализа полученных экспериментальных данных следует, что обнаруженная в опыте зависимость лево-правой асимметрии квазиупругого рассеяния поляризованных протонов от проекции импульса остаточного ядра  $q_z$  объясняется двумя причинами:

а/ зависимостью асимметрии от энергии относительного движения сталкивающихся протонов;

б/ явлением эффективной поляризации нуклонов  $p$ -оболочек ядер  $^{12}\text{C}$  и  $^{16}\text{O}$ .

В заключение авторы выражают благодарность Л.И.Лапидусу за поддержку работ по исследованию поляризационных эффектов.

Авторы также благодарят А.Г.Жукова, В.В.Ермакова, Г.Ф.Исаева, В.Н.Сошникову, Л.М.Дорошенко и Е.Е.Фадееву за четкое обслуживание экспериментальной установки и помощь при обработке полученных данных.

#### Литература

1. Nadejdin V.S., Petrov N.I., Satarov V.I. JINR, E1-7559, Dubna, 1973.
2. Надеждин В.С., Петров Н.И., Сатаров В.И. Труды IV Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц /22-27 сентября 1974 г., Варна, НРБ/, ОИЯИ, Д1,2-8405, Дубна, 1975, стр. 224.
3. Надеждин В.С., Петров Н.И., Сатаров В.И. ОИЯИ, P15-10083, Дубна, 1976; ЯФ, 1977, в. 26, вып. 2, стр. 230.
4. Jacob G. e.a. Phys.Lett., 1973, 45B, 181.
5. Jacob G. e.a. Nucl.Phys., 1976, A257, 517.
6. Kitching P. e.a. Phys.Rev.Lett., 1976, 37, 1600.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 июля 1977 года.